This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

TL
544
.D88
1875

THE LIBRARY OF CONGRESS
1800

Class TL 544
Book .D88
1875

THE DANIEL GUGGENHEIM FUND

LA
NAVIGATION AÉRIENNE

SES RAPPORTS AVEC

LA NAVIGATION AQUATIQUE

PAR

HENRY DURASSIER

(AVEC 11 FIGURES.)

(Extrait de la *Revue maritime et coloniale*)

PARIS
BERGER-LEVRAULT ET Cie
Éditeurs de la Revue maritime et coloniale et de l'Annuaire de la Marine
5, RUE DES BEAUX-ARTS, 5
MÊME MAISON A NANCY

1875

TL 544
.D88
1875

G.F.
397283
'30

LA

NAVIGATION AÉRIENNE

SES RAPPORTS AVEC LA NAVIGATION AQUATIQUE

Les grandes découvertes qui ont exercé une action profonde sur la civilisation générale ont presque toutes passé, avant d'être consacrées par l'expérience et universellement appliquées, par une période d'épreuves et d'apostolat scientifique pendant laquelle leur principe, contesté, tourné en ridicule, considéré comme une utopie, a eu à lutter contre la réaction que provoque, parmi les hommes, toute innovation qui choque les idées communément admises. L'histoire de Copernic, de Képler, de Galilée, d'Harvey, de Christophe Colomb, de Gutenberg, de Papin, de Fulton, de Franklin et de tant d'autres savants méconnus et persécutés de leurs contemporains, en est un exemple.

Le problème de la navigation aérienne n'a pas échappé à cette loi. Après avoir été longtemps tenu pour insoluble et relégué au rang des chimères avec le *mouvement perpétuel* et la *quadrature du cercle*, il a fini par conquérir son droit de cité dans le domaine de la science. Nombre d'esprits distingués, de savants éminents s'acharnent à sa solution, et rien ne prouve qu'un jour ne viendra pas où l'homme voyagera dans les airs aussi aisément que sur les mers. Qui aurait cru, il y a deux cents ans, que la vapeur et l'électricité transformeraient aussi profondément les conditions de la société et ouvriraient comme une ère nouvelle dans le monde? Ce miracle s'est cependant accompli, et aujourd'hui l'homme est maître, sous le rapport de la locomotion, de la terre comme de la mer. Reste l'air à conquérir. Peut-être est-il réservé à l'aéronautique de compléter, avec les chemins de fer et le télégraphe, la trinité des plus puissants agents de la civilisation moderne? Quel

merveilleux progrès aura été réalisé le jour où la direction des ballons ne sera plus un mystère! Quels horizons nouveaux pour l'activité humaine! Le navire s'attarde et perd un temps précieux à contourner les continents qui barrent sa route, la locomotive est obligée de suivre servilement le chemin sinueux que lui trace la configuration du sol. Pour le ballon, au contraire, point d'obstacles, liberté complète. De tous côtés, l'espace immense s'étend et lui ouvre vers tous les points du globe mille voies rapides!

Il serait superflu de faire ressortir les rapports étroits qui existent entre la navigation aérienne et la navigation aquatique. Il n'y a guère, on peut le dire, à cet égard, qu'une différence de densité entre les deux éléments, l'air et l'eau. Bien des conditions mécaniques applicables à l'un, le sont à l'autre ; la théorie du gouvernail et de l'hélice est également vraie, qu'il s'agisse de l'air ou de l'eau. Nous n'avons donc pas besoin d'insister sur l'intérêt que peut présenter pour les lecteurs de cette Revue un exposé sommaire du captivant problème de l'aéronautique.

Un savant anglais, M. J. Bell Pettigrew, professeur au collége royal d'Édimbourg, en a résumé la théorie dans un ouvrage remarquable dont la traduction vient d'être publiée par la *Bibliothèque scientifique internationale* [1]. Ce qui distingue ce savant de ses prédécesseurs, c'est que tandis que ceux-ci ont tâtonné à l'aveugle, sans être guidés par un principe vraiment empirique, il a cherché à donner une base à l'aéronautique et a créé en quelque sorte la théorie de cette science nouvelle, en s'appuyant sur une analyse approfondie du mécanisme de la locomotion chez les animaux. Observant avec soin comment la nature procède, étudiant les moyens qu'elle emploie pour réaliser, dans des milieux et des conditions différents, les divers mouvements de la marche, de la natation et du vol, il a déduit de cet examen la méthode que l'homme devra suivre pour réaliser artificiellement, et à coup sûr, selon lui, la locomotion aérienne.

Ceux qui regardent le vol artificiel comme irréalisable, fait remarquer M. Pettigrew, sont surtout frappés de ce fait que la terre soutient le quadrupède et l'eau le poisson, ce qui, à leurs yeux, est d'un immense secours pour la locomotion. L'observation est en effet juste, mais il est

---

[1] *La locomotion chez les animaux, ou marche, natation et vol, suivie d'une dissertation sur l'aéronautique.* Paris, Germer Baillière; 1874.

également vrai que l'air supporte tout animal volant, et que ce qui fait que quadrupède, poisson et oiseau se soutiennent dans leurs milieux respectifs, c'est le moteur intime, la vie. Qu'elle cesse tout d'un coup, et aussitôt ces êtres ne sont plus que des masses inertes soumises aux seules lois de la pesanteur. Le quadrupède s'affaisse et tombe sur le sol; le poisson, s'il n'est spécialement pourvu d'une vessie natatoire, coule au fond de l'eau; l'oiseau tournoie et gravite vers la terre. A ce point de vue, ces trois espèces d'animaux se trouvent dans les mêmes conditions. La vie exige pour se manifester un organisme matériel assez compliqué et, chez l'oiseau, si léger qu'on le suppose, cet organisme est forcément toujours plus dense, plus lourd que l'air. C'est même une nécessité, et M. Pettigrew pose en axiome que *le poids est indispensable au vol*, en quantité raisonnable, non excessive, bien entendu. La preuve en est, selon lui, qu'il n'existe dans la nature aucun oiseau plus léger que l'air.

Le vol artificiel n'est pas une impossibilité, c'est un simple problème de mécanique. Ce mode de locomotion est un mouvement naturel. Or l'homme est parvenu à imiter les mouvements naturels de la marche et de la natation. Il existe, en effet, un grand rapport d'analogie entre la progression[1] telle qu'elle s'effectue chez les êtres animés et la progression artificielle obtenue par l'industrie humaine. Bien que la roue de la locomotive et l'hélice du navire ne ressemblent en rien à la jambe du quadrupède, à la queue du poisson ou à l'aile de l'oiseau, un examen attentif prouve que ces différents organes décrivent tous, dans leur fonctionnement, des courbes identiques à celles de la roue et de l'hélice. Le mouvement est décomposé, voilà tout. Aussi est-ce une erreur d'assigner un caractère distinct à la marche, à la natation et au vol. Tous ces mouvements, appropriés au milieu dans lequel ou sur lequel ils se produisent, sont des modifications d'un même principe de progression, et il existe nombre d'espèces animales aptes à les exécuter indifféremment. « La plupart des quadrupèdes nagent aussi bien qu'ils marchent, et même quelques-uns volent, tandis que beaucoup d'animaux marins marchent aussi bien qu'ils nagent, et que des oiseaux et des insectes marchent, nagent et volent. »

Ainsi que nous l'avons dit, M. Pettigrew s'est livré à une analyse des plus délicates et des plus intéressantes pour expliquer le mécanisme

---

[1] *Progressus*, action d'avancer, de se déplacer, marche.

spécial de la progression chez les animaux, et, des faits observés, il a déduit des lois générales. On pourrait résumer, de la manière suivante, sous forme de postulats, la synthèse des lois de la locomotion animale telle qu'elle résulte des démonstrations du professeur anglais :

Le développement des surfaces motrices des animaux (pieds, pattes, nageoires ou ailes) est en raison inverse de la résistance de leurs points d'appui (sol, eau ou air).

Les animaux terrestres ont, en effet, des *surfaces motrices* plus petites que les amphibies, les amphibies que les poissons, et les poissons que les insectes, les chauves-souris et les oiseaux.

Sur la terre, les extrémités des animaux rencontrent le *maximum de résistance* et produisent le *minimum de déplacement.*

Dans l'air, les ailes éprouvent le *minimum de résistance* et effectuent le *maximum de déplacement.*

L'eau est intermédiaire à la fois par rapport au degré de résistance et à la somme de déplacement produit.

La vitesse d'un animal est déterminée par sa forme, sa masse, son énergie musculaire et la densité du milieu dans lequel ou sur lequel il se meut.

Un animal volant est bien plus lourd que l'air ; il trouve un point d'appui dans l'air en accroissant la dimension de ses surfaces motrices qui agissent à la manière de plans inclinés ou de cerfs-volants.

Locomotion aquatique. — L'eau étant un corps fluide composé de molécules excessivement mobiles, l'animal destiné à s'y mouvoir doit avoir une forme qui lui permette de se frayer facilement passage à travers cet élément. Aussi la forme effilée est-elle celle qu'affecte généralement le corps des poissons. De même, les animaux qui se déplacent le plus aisément et le plus rapidement dans l'eau sont ceux qui ont à peu près la même densité ou qui sont un peu plus lourds que l'eau elle-même et qui possèdent un organe (surface natatoire ou queue) susceptible de produire, par son extension, le maximum de résistance dans le sens contraire à celui de la progression, et, par sa flexion, le minimum de déplacement dans le sens de la progression, de manière à agir comme la rame qui, en godillant, tantôt augmente, tantôt diminue la surface qu'elle présente à l'eau.

M. Pettigrew démontre que lorsqu'un poisson nage, son corps décrit une double courbe en forme de 8, ainsi que l'indique la figure 1. « La

double courbe, dit-il, est nécessaire pour permettre au poisson de présenter à l'eau une surface convexe ou non mordante (*c*) pendant la flexion ou coup d'arrière, quand il éloigne avec force la queue de l'axe du mouvement (*ab*), et une surface concave ou mordante (*s*) pendant l'extension ou coup d'avant où la queue est poussée avec une énergie croissante vers l'axe du mouvement... Dans la natation, le corps du poisson décrit un parcours ondulé, mais cela ne peut avoir lieu que quand la tête et la queue du poisson voyagent dans des directions opposées et sur les

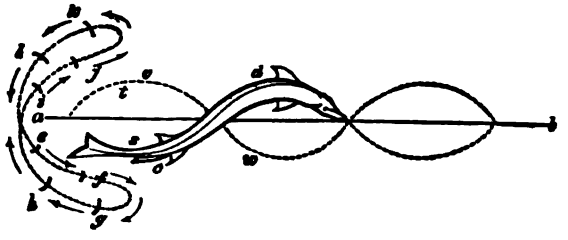

Fig. 1.

côtés d'une ligne droite donnée (*ab*). Les parties antérieures et postérieures du poisson occupent alternativement les positions indiquées par *dc* et *wv*, le poisson oscillant de chaque côté de *ab* et glissant par un mouvement sinueux et ondulé... Chez les poissons à long corps, tels que les anguilles, le nombre des courbes s'accroît, mais, en tout cas, les courbes vont par paires et sont complémentaires... Le poisson en nageant frappe avec sa queue d'un côté et de l'autre, absolument comme une rame quand on godille. La queue décrit donc dans l'eau une figure en forme de 8, *efghijkl*. Elle agit efficacement comme propulseur pendant l'extension et pendant la flexion, de sorte que, à strictement parler, la queue n'a pas de coup de retour ou coup inefficace. »

La queue du poisson et l'hélice du navire. — La queue du poisson agit presque sans frottement dans l'eau et produit des courants qui, dans ses mouvements, lui servent de points d'appui. Sous ce rapport, elle est infiniment supérieure, comme organe propulseur, à toutes les formes d'hélice imaginées jusqu'à présent. L'hélice actuellement employée dans la navigation n'est que la reproduction schématique de la queue du poisson. Elle cesse de produire son effet lorsque sa rotation est poussée au delà d'une certaine vitesse. Celle qui est formée par l'organe natatoire du poisson, en vertu de son action réciproque et de la ma-

nière dont elle évite et saisit alternativement l'eau, devient plus efficace à mesure qu'augmente la rapidité de ses mouvements. Les remarques que nous faisons en ce moment sur la queue et l'eau s'appliquent également à l'aile et à l'air. La queue et l'aile agissent d'après un principe commun. On peut donc établir une certaine analogie entre l'eau et l'air comme milieux, et entre la queue du poisson et les ailes de l'oiseau comme instruments de locomotion. Il suit de là que l'eau et l'air subissent l'action de courbes ou de pressions ondulatoires émanant, dans un cas, de la queue du poisson, dans l'autre, de l'aile de l'oiseau. Les courbes réciproques et contraires, suivant lesquelles se projettent la queue et l'aile en nageant et en volant, constituent des hélices mobiles ou vis qui, pendant leur action, produisent l'espèce et le degré précis de pression appropriés aux milieux fluides et auxquels ils correspondent avec la plus grande promptitude. Le corps du poisson tout entier est en action quand il nage : mais comme la queue et la partie inférieure du tronc sont plus libres dans leurs mouvements que la tête et la partie supérieure, qui sont plus rigides, les oscillations sont plus grandes dans la direction de la queue. Les mouvements musculaires se propagent en ondes spirales d'avant en arrière, et les ondes de force réagissent sur l'eau et font glisser le poisson en avant suivant une série de courbes. »

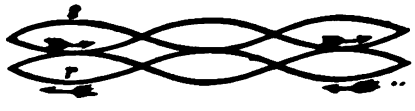

Fig. 2.

Chez les oiseaux nageurs, la locomotion s'effectue également suivant une courbe ondulée. Chaque patte décrit un côté d'ellipse en s'étendant et s'éloignant du corps, et l'autre côté quand elle se fléchit et se rapproche du corps. La ligne *r* (*fig.* 2) représente le premier de ces mouvements effectués par la patte droite de l'animal, et la ligne *s* le second mouvement pendant lequel l'extrémité gauche est rapprochée du corps de l'animal.

Locomotion aérienne[1]. — L'aile, organe essentiel du vol, est un

[1] L'Académie des sciences a ouvert un concours pour le grand prix de mathématiques. Ce grand prix, consistant en une médaille d'or de 3000 fr., doit être décerné à l'auteur du meilleur mémoire donnant une théorie mécanique du vol des oiseaux.

levier du troisième genre où la puissance est appliquée entre le point d'appui et le poids à soulever. La masse à élever est le corps de l'oiseau ; l'énergie musculaire qui réside dans l'aileron, aidée par l'inertie du tronc, représente la force, et l'air le point d'appui. C'est pourquoi les insectes et les oiseaux sont doués d'une puissance de vol d'autant plus grande que leurs ailes ou leviers sont plus longs.

Borelli, physiologiste et mécanicien distingué, qui vivait au dix-septième siècle, est le premier qui ait donné, dans son ouvrage intitulé : *De motu animalium* (*Romæ*, 1680), une théorie mécanique de l'action des ailes dans l'air. Il prétendait que les ailes agissent sur l'air obliquement, à la façon de coins, et il exposait sa thèse non sans une certaine simplicité. Décomposant le vol en deux mouvements, la suspension et la progression, il montrait que, pour se soutenir seulement, l'oiseau doit battre de l'aile perpendiculairement au plan de l'horizon, de haut en bas, de manière à réagir contre la pesanteur ; que pour avancer, en supposant la suspension acquise, les ailes doivent agir parallèlement à ce même plan, comme la rame dans l'eau ; qu'enfin pour produire simultanément la suspension et la progression, ce qui répond aux conditions de la réalité, elles doivent se mouvoir à la fois perpendiculairement et parallèlement à l'horizon, c'est-à-dire dans un sens intermédiaire ou oblique. En effet, tout le mystère du vol réside dans ce double mouvement résultant de l'action perpendiculaire et horizontale des ailes. M. Pettigrew, avec une rare sagacité et une délicatesse d'analyse vraiment remarquable, a complété la théorie de Borelli. Comme lui, il a d'abord remarqué que le vol peut se décomposer en deux mouvements ou coups d'ailes : le coup ascendant (élévation de l'aile) pendant lequel c'est la surface supérieure ou dorsale de l'aile qui agit plus spécialement, et le coup descendant (abaissement de l'aile) pendant lequel c'est surtout la surface inférieure ou ventrale de l'aile qui opère. Grâce à cette combinaison de mouvements, l'aile agit efficacement en montant et en descendant, mais elle agit plus comme propulseur que comme élévateur pendant le coup ascendant, et plus comme élévateur que comme propulseur pendant le coup descendant. M. Pettigrew a, en outre, constaté que l'action de l'aile est grandement augmentée par ce fait que, quand elle s'élève, elle engendre derrière elle un courant d'air qui sert de point d'appui au coup descendant, dont l'énergie se trouve ainsi notablement accrue. De même, quand l'aile descend, elle entraîne après elle un courant d'air qui, rencontré

par l'aile pendant son ascension, augmente notablement la puissance du coup ascendant. Ces courants sont pour l'aile ce que le souffle du vent est pour le cerf-volant de l'enfant, car l'aile est douée de cette remarquable propriété qu'elle crée le courant sur lequel elle s'élève et progresse : elle s'appuie sur le tourbillon qu'elle a formé.

Il y a une autre concourante du vol à noter, c'est que le corps, aussi bien que l'aile, s'élève et s'abaisse alternativement. Quand l'aile descend (*fig.* 4), elle élève le corps qui est passif, et réciproquement, quand le corps descend (*fig.* 3), en vertu de la pesanteur, il concourt puissamment à élever l'aile. C'est ainsi que le poids est un facteur du

Fig. 3.

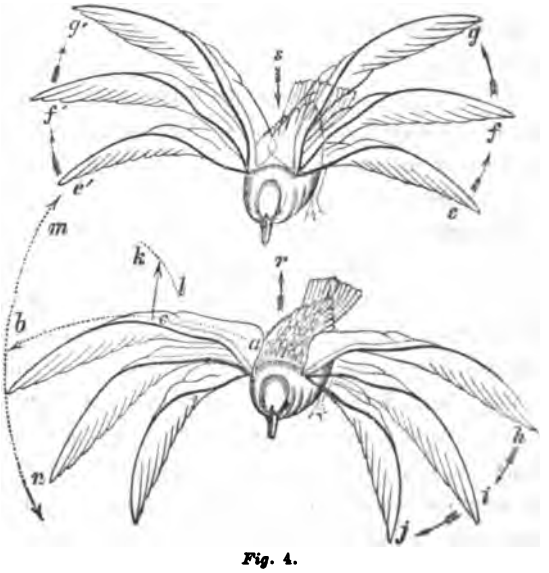

Fig. 4.

vol, l'aile et le corps s'aidant mutuellement et se soulageant l'un l'autre.

Ce qui confirme la grande analogie existant entre l'air et l'eau, au point de vue de la locomotion, c'est que, de même que chez les pois-

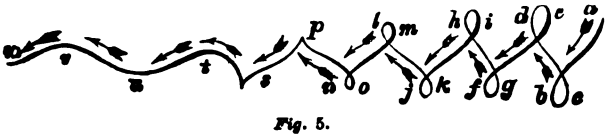

Fig. 5.

sons, la progression s'effectue suivant un mouvement curviligne (voir *fig.* 1) qui affecte la forme d'un 8, de même les ailes des oiseaux, en

s'élevant et en s'abaissant, décrivent une courbe en 8 quand le corps reste stationnaire. Quand il se déplace, le 8 s'ouvre et forme une courbe d'abord bouclée *a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o,* puis ondulée, *p, s, t, u, v, w,* (*fig.* 5).

L'aile de l'oiseau est donc construite sur un plan semblable à celui de la queue du poisson et agit d'après le même principe. Par sa mobilité, sa souplesse, sa plasticité dans toutes ses parties, l'aile possède, en outre, un grand avantage, celui de pouvoir se modifier, suivant les nécessités, se mouler, en quelque sorte, suivant les influences du milieu. « Elle saisit un courant, en évite un autre, en crée un troisième ; » elle essaie et tâte l'air comme une main, et agit suivant la résultante la plus économique et la plus directe. Elle est, comme dit M. Pettigrew, « incessamment soumise au contrôle de l'intelligence et de la volonté de l'animal ».

Donc, théoriquement et pratiquement, les nageoires, la queue du poisson et les ailes de l'oiseau sont des hélices comme structure et comme fonctions. Tordues sur elles-mêmes, convexes en dessus, concaves en dessous (*fig.* 6), les ailes sont de véritables vis flexibles, ondulantes, qui,

Fig. 6.

par leurs rapides mouvements alternatifs, opèrent dans l'air absolument de la même façon que la queue du poisson dans l'eau, c'est-à-dire comme des plans tordus et doublement inclinés qui engendrent, renvoient et réfléchissent une pression ondulée et continue.

La queue du poisson, l'aile de l'oiseau et l'hélice du navire. — Les propulseurs formés sur le modèle de la queue du poisson et de l'aile de l'oiseau sont, suivant M. Pettigrew, les plus efficaces qu'on puisse imaginer pour naviguer, soit sur l'eau, soit dans l'air. Pour opérer dans les fluides, c'est-à-dire dans des milieux flexibles, le propulseur doit lui-même fléchir. « J'en suis, dit le savant anglais, pleinement assuré par l'expérience. Les propulseurs employés aujourd'hui sont, à mon avis, doublement défectueux dans leur principe et dans leur application. »

Dans la lame de l'hélice ordinaire les parties intégrantes sont rigides

et inflexibles, tandis que dans la lame de l'hélice formée par l'aile, elles sont mobiles et plastiques. La mobilité et la plasticité de l'aile sont nécessaires à cause de la ténuité de l'air et parce que l'aile est un organe d'*élévation* et de *support* aussi bien que de *propulsion*.

Les lames des hélices ordinaires à deux branches sont courtes et ont comparativement une portée limitée, la portée correspondant à leur surface de révolution. Les ailes, d'autre part, sont longues et ont comparativement une portée étendue; pendant leur élévation et leur abaissement, elles battent un espace étendu, le moindre mouvement à la base de l'aile étant accompagné d'un gigantesque coup ascendant ou descendant de son extrémité. En conséquence, les ailes agissent comparativement sur des couches d'air non troublé. L'avantage de cette disposition, dans un milieu ténu comme l'air, où la quantité d'air à comprimer est nécessairement grande, est incalculable.

Dans l'hélice ordinaire, les lames se suivent en rapide succession, de manière qu'elles traversent le même espace et qu'elles opèrent sur les mêmes particules d'eau ou d'air à peu près au même moment. La portée limitée dont elles disposent n'est donc pas utilisée: l'action des deux lames semble se borner à un même plan, de telle manière que le travail n'est virtuellement accompli que par l'une d'elles. Ceci est particulièrement vrai quand le mouvement de l'hélice est rapide et que la masse à faire avancer commence à se déplacer. Dans ce cas, une grande portion de la puissance motrice est inévitablement consommée en glissement, parce que les lames de l'hélice opèrent à peu près sur les mêmes particules de matière. Les ailes, au contraire, ne se suivent pas, mais ont un mouvement alternatif distinct, c'est-à-dire qu'elles s'élancent tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, de telle manière qu'elles créent pendant un coup le courant sur lequel elles s'élèvent et s'abaissent pendant le suivant.

Les branches de l'hélice telle qu'elle est ordinairement construite sont fixées suivant un angle donné, et, par conséquent, frappent toujours avec le même degré d'obliquité. Les ailes, au contraire, agissent avec une énergie et une vitesse variables et peuvent présenter à l'air une grande variété d'angles, ce qui leur permet de s'assimiler en quelque sorte l'air comme point d'appui constant.

Aéronautique. — Ainsi qu'on l'a vu, M. Pettigrew est d'avis que le problème de la navigation aérienne artificielle est simplement un pro-

blème de mécanique, et il s'est attaché à montrer qu'on ne pourra parvenir à une solution qu'en observant avec soin les procédés employés par la nature et en s'ingéniant à les reproduire aussi exactement que possible. Il résulte de la délicate analyse qu'il a faite du vol naturel, que *le poids est nécessaire au vol*, principe fondamental qui range le savant anglais parmi les partisans du *plus lourd que l'air*. « Le problème du vol se résout, dit-il, en un autre de poids, de puissance, de vitesse et de petite surface; ou bien en une question de faible densité, médiocre puissance, petite vitesse et grandes surfaces, le poids étant, en tout cas, une condition *sine quâ non*. Afin d'utiliser l'air comme moyen de passage, le corps en mouvement, soit qu'il se meuve en vertu de la vie qu'il possède, ou par une force surajoutée, doit être plus pesant que l'air. Il doit s'insinuer et s'élever dans l'air comme un nageur sur l'eau, comme un cerf-volant sur le vent. Il doit agir contre la gravité, s'élever et se porter en avant aux dépens de l'air, sous l'impulsion de la force qui réside en lui. S'il était délivré des lois de la pesanteur, d'une part, et privé, de l'autre, de mouvement indépendant, il flotterait à l'aventure sans contrôle possible, comme il arrive au ballon ordinaire à gaz. » Donc, toute machine volante doit être plus lourde que l'air.

Autre point capital : M. Pettigrew considère comme une erreur de croire que l'oiseau développe pour voler beaucoup plus de force que les autres animaux, que le poisson et le quadrupède notamment. Il est persuadé, au contraire, que l'oiseau a beaucoup moins d'efforts à faire que l'animal qui nage ou qui marche, car, une fois qu'il a pris son essor, grâce au rôle joué par le poids, par suite de l'inertie et du peu de résistance de l'air, l'oiseau acquiert bientôt une vitesse qui le fait planer presque sans travail musculaire. Ce fait est d'une grande importance pour la réalisation de la navigation aérienne, en ce sens qu'il simplifie grandement le problème. Une des grandes difficultés, en effet, contre laquelle sont venus se heurter nombre de chercheurs ingénieux, a été de trouver un moteur à la fois puissant, léger et peu encombrant.

Si, malgré les nombreux efforts qu'on a faits, l'aéronautique n'est pas encore arrivée à un résultat pleinement satisfaisant, la cause en est, selon M. Pettigrew, d'abord à l'extrême difficulté du problème, puis à l'incapacité et aux tendances trop spécialement théoriques des chercheurs, qui ont été plutôt des mathématiciens que des mécaniciens, et surtout « à la

découverte des ballons, qui a retardé la science de l'aérostation, en fourvoyant les esprits et en faisant chercher la solution dans la construction d'une machine plus légère que l'air qui n'a pas d'analogue dans la nature ».

Voici, en résumé, quel est aujourd'hui l'état de la question. Il existe deux écoles : celle des *ballonistes*, qui prétend qu'on ne peut résoudre le problème qu'à l'aide d'un appareil spécifiquement plus léger que l'air, et celle des partisans du système contraire ou *aviateurs*, pour lesquels le poids est indispensable à la locomotion aérienne. Cette dernière école peut se subdiviser en deux classes d'adeptes : ceux qui patronnent l'emploi soit de plans rigides, inclinés et poussés en avant, soit de plans tournants (hélices aériennes); et ceux qui ont recours, pour l'élévation et la propulsion, au battement vertical d'ailes artificielles. M. Pettigrew peut être rangé parmi ces derniers.

Nous n'essaierons pas de rendre compte de tous les systèmes qui ont été imaginés jusqu'à ce jour par l'homme pour conquérir le royaume de l'air, convaincu d'avance de l'impossibilité d'une pareille tâche. Les inventions de ce genre sont innombrables. D'ailleurs, si variées qu'elles soient quant à leur disposition, les machines volantes les plus célèbres reposent toutes sur l'un ou l'autre des principes qui caractérisent les écoles dont il vient d'être parlé. Nous mentionnerons donc seulement les plus ingénieuses, les types de chaque catégorie.

Les navires aériens; l'aérostation et l'aviation. — On sait que le ballon à gaz hydrogène et même à gaz ordinaire d'éclairage a supplanté, sinon complétement, du moins en grande partie, la montgolfière ou ballon à feu, d'un usage plus périlleux. Après avoir perfectionné[1], autant que possible, leur appareil ascenseur, les aéronautes se sont étudiés, et leur attention devait en effet tôt ou tard se porter sur ce point, à trouver le moyen de le diriger. Mais ils avaient à vaincre une difficulté

---

[1] Mentionnons, parmi les perfectionnements les plus remarquables, ceux qui ont été apportés à la soupape supérieure des ballons, l'invention de divers engins destinés à faciliter les manœuvres de départ, de route et de descente. On sait que l'atterrissement présente de grands dangers. Pour les prévenir, MM. Sivel, Pénaud et Jeanne ont imaginé un *frottoir*, sorte de frein appliqué à la corde de l'ancre, grâce auquel les chocs sont grandement diminués. On doit à M. Jobert l'*ancre-sac*, ainsi nommée parce qu'en labourant le sol ou en rasant la surface de l'eau, cet appareil se remplit, à l'aide d'un mécanisme approprié, de terre ou d'eau et peut opposer à la force de traction de l'aérostat un poids de plus de 1,000 kilogr. — *Le cône dériveur* de M. Sivel, sorte de bouée pleine d'eau, remplit, à la surface de la mer, le même rôle que l'ancre du navire sur les bancs de sable sous-marins.

capitale. L'aérostat étant plus léger que l'air et devant précisément à ce ait sa force d'ascension, se trouve complétement esclave de cette force. Pour le soustraire à l'action toute-puissante de l'air, il n'y a qu'un moyen, c'est de le rendre plus lourd que lui, mais c'est le priver en même temps de sa force d'ascension. Plus léger, il tendra à s'élever, plus lourd, à descendre. Cette double propriété a été exploitée ingénieusement, à l'aide de la soupape et du lest, pour obtenir le mouvement de haut en bas et de bas en haut[1]. On a été moins heureux lorsqu'on a essayé de diriger l'aérostat dans un plan parallèle à l'horizon. C'est que l'atmosphère n'est pas un milieu absolument homogène, sa densité varie suivant les altitudes, puis surtout il existe dans son sein des courants d'air qui l'agitent et s'entre-croisent en sens contraires et variables. Le ballon plongé dans un de ces courants ne trouve aucun point d'appui pour résister à son action. S'il est plus léger, et il doit l'être, il n'a aucune prise, il suit le mouvement, et, à cet égard, il peut être considéré comme une portion de l'air entraîné. On a pu réussir, dans des milieux aériens calmes, ou par des vents relativement faibles, à mouvoir des aérostats dans une direction donnée et même à aller contre les courants, parce qu'alors l'ensemble de l'appareil était de lui-même presque en équilibre avec le milieu et qu'il n'y avait qu'un petit effort à faire pour rompre cet équilibre. Mais lorsque le vent souffle avec violence, la force qu'il faudrait dépenser pour réagir efficacement et pour se déplacer, à supposer qu'on puisse l'obtenir, n'aurait d'autre résultat que de crever le ballon. « Comment faire, dit M. Babinet, pour résister et manœuvrer contre les courants des ballons comme le *Flesselles*, par exemple, qui mesurait 120 pieds de diamètre? Il faudrait une force de 400 chevaux pour pouvoir lutter, à forces à peu près égales, contre le vent qui gonfle la voile d'un vaisseau. Supposez, ce qui est impossible, qu'un ballon pût emporter avec lui une force de 400 chevaux ; ce grand effort ne servirait absolument à rien, car vous appréciez tout de suite que, sous cette pression, votre ballon s'écraserait dans sa fragile enveloppe. »

---

[1] M. Jobert a trouvé le moyen de remplacer la soupape et le lest pour faire descendre et monter le ballon. Son ingénieuse combinaison repose sur le principe de la dilatation du gaz. Il a eu l'idée de construire un ballon moitié en étoffe blanche, moitié en étoffe noire, de manière à pouvoir, à l'aide d'une petite hélice à main, présenter au soleil tantôt l'une tantôt l'autre de ces deux hémisphères. Suivant que la partie blanche ou la partie noire est exposée à l'action des rayons solaires, en vertu de la différence de leur propriété d'absorption, le gaz se dilate ou se condense, et l'aérostat monte ou descend.

Pour réduire au minimum la résistance qu'oppose à l'air le grand développement du ballon, plusieurs aéronautes se sont attachés à donner à l'enveloppe aérostatique une forme allongée, de manière à imiter autant que possible la flèche qui fend si aisément l'air. C'est ainsi que M. Henry Giffard, l'inventeur bien connu de l'injecteur automatique, construisit, en 1852, un ballon fusiforme d'un cube de 2,500 mètres qui mesurait 44 mètres de longueur, sur 12 mètres de diamètre. Ainsi qu'on le voit, l'allongement était dans le sens du mouvement. A la nacelle était fixée une hélice à 3 branches de 3^{m},40 de diamètre, mue par une machine de 3 chevaux, à raison de 110 tours par minute. Dans un air calme, la vitesse obtenue atteignit de 2 à 3 mètres par seconde. Malheureusement le vent était animé d'une vitesse bien supérieure, qui ne permit pas au ballon à vapeur de remonter le courant. Les seuls résultats satisfaisants ont été la constatation de sa parfaite stabilité dans l'air, sa déviation de la ligne du vent et sa rotation sous l'action du gouvernail.

Cet essai d'application à la navigation aérienne de la *théorie de la moindre résistance*, un des principes fondamentaux de l'architecture navale, devait sourire à l'éminent ingénieur qui a attaché son nom à la transformation de notre flotte. M. Dupuy de Lôme se laissa en effet séduire et construisit, en 1872, pour le compte de l'État, un aérostat dirigeable, d'après le même principe que M. Giffard, mais en y ajoutant de nombreux perfectionnements. Frappé de la nécessité de maintenir toujours constants le volume et la forme du ballon, M. Dupuy de Lôme parvint à ménager dans l'intérieur de l'aérostat un espace indépendant, désigné sous le nom de ballonnet, et toujours rempli d'air au moyen d'un ventilateur qui faisait jouer à cette sorte de poche, dans l'ascension et la descente, le rôle de la vessie natatoire du poisson. Grâce à cet ingénieux système, le ballon, toujours complétement gonflé, présentait à l'air une résistance constante. Une puissante hélice mue par 8 hommes pouvait imprimer au ballon une vitesse de 2^{m},82 par seconde et lui permettre de suivre une direction faisant un angle de 12 degrés avec celle du vent animé d'une vitesse de 16 à 17 mètres par seconde. Tels sont les principaux résultats des expériences qui furent faites à Vincennes en 1872. M. Dupuy de Lôme a calculé depuis qu'on pourrait appliquer le poids des 8 hommes à la construction d'une machine, de la force de 8 chevaux, qui ferait faire au ballon 22 kilomètres par heure, dans un air supposé immobile.

Pouvoir s'élever dans l'atmosphère est déjà un grand point acquis; savoir profiter d'un courant d'air pour se faire porter, suivant son gré, dans telle direction, est encore une intelligente utilisation des forces de la nature, mais ce n'est pas la solution complète et vraiment mécanique du problème de la direction des ballons. Nous avons vu que pour voler automatiquement dans l'air, le concours de trois forces est nécessaire : force d'élévation, force de suspension et force de propulsion. L'aérostat, comme son nom l'indique, réalise ces deux premières forces, mais il n'a pu, jusqu'à présent du moins, réaliser la dernière d'une manière complète et dans tous les états de l'atmosphère.

L'aviation. — L'insuccès des tentatives des ballonistes, des partisans du *plus léger que l'air*, a amené certains esprits, parmi lesquels M. Pettigrew, à penser que le poids est nécessaire à la locomotion aérienne. L'exemple de la nature, qui n'a pas créé d'être volant plus léger que l'air, leur paraissait un argument capital en faveur de leur théorie.

Abandonnant complétement le ballon comme un auxiliaire décevant, ces chercheurs s'efforcèrent de construire une machine capable de produire virtuellement, par elle-même, les trois forces d'élévation, de suspension et de propulsion. Ce difficile problème a reçu le nom de problème de l'*aviation*, parce qu'en effet il consiste à reproduire artificiellement le vol de l'oiseau, par l'imitation aussi exacte que possible du mécanisme naturel de cet animal. La plupart des appareils que cette théorie a inspirés ont été absurdes ou ont eu des conséquences funestes pour ceux qui ont eu le courage de les expérimenter. On pourrait les diviser en trois catégories : les *hélicoptères*, les *aéroplanes* et les *orthoptères*.

Les hélicoptères sont des appareils volants dans lesquels la suspension et la translation sont obtenues au moyen d'hélices tournant sur un axe vertical, auxquelles s'ajoutent parfois des hélices propulsives spéciales. L'exemple le plus simple de l'hélicoptère est le strophéor, jouet que l'on voit entre les mains des enfants, consistant en une petite hélice posée sur l'extrémité mobile d'un bâton, et qui s'élève en l'air lorsqu'on lui imprime une rotation à l'aide d'une ficelle s'enroulant sur la tige mobile comme sur une toupie. Sir G. Cayley construisit, en 1796, un hélicoptère à ressort (*fig.* 7), composé de deux hélices superposées, formées de plumes piquées dans des bouchons. Ces hélices tournaient en sens contraire l'une de l'autre. Le ressort qui communiquait le mou-

vement était obtenu à l'aide d'un arc de baleine dont les deux bouts étaient tendus par de petites cordes s'enroulant sur la tige (*a b*), à

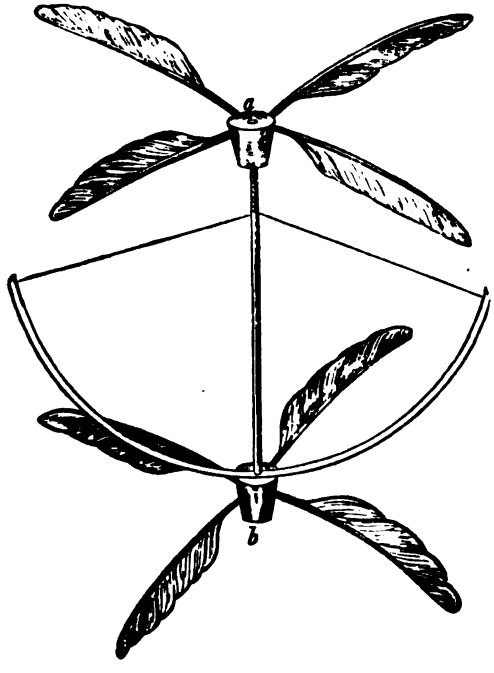

Fig. 7. — Hélicoptère de Sir G. Caylay (1796).

l'instar du drille sur le foret. En 1843, M. J. Bourne parvint à mouvoir un hélicoptère à l'aide d'un ressort de montre.

Tous ces appareils excessivement délicats, d'une construction coûteuse et difficile, parvenaient bien à s'élever quelques instants dans l'air, mais après quelques circonvolutions, ils ne tardaient pas à retomber. Leur allure semblait plutôt un saut aérien qu'un véritable vol. Puis, les seuls moteurs employés, ressorts en baleine, en bois ou en acier, n'offraient ni une puissance ni une durée en rapport avec leur poids. M. Pénaud eut l'idée de leur substituer le caoutchouc et d'utiliser l'élasticité de torsion de cette substance. Il parvint, avec ce procédé, à maintenir en l'air son hélicoptère pendant un espace de 20 secondes.

Les *aéroplanes* présentent à la pression verticale de l'air de larges surfaces planes inclinées d'un petit angle sur l'horizon, lesquelles sont

poussées en avant à l'aide d'hélices. Telle est la machine imaginée par MM. Henson et Stringfellow (*fig.* 8).

Fig. 8. — Aéroplane Henson et Stringfellow.

Cette machine était composée d'un chariot destiné à recevoir l'aéronaute, de chaque côté duquel se déployaient comme une paire d'ailes deux larges cadres de bambou tendus d'une étoffe de soie huilée. Derrière ces cadres étaient fixées deux hélices destinées à pousser l'appareil en avant, et, à la partie postérieure, un troisième cadre triangulaire remplissait les fonctions que remplit la queue de l'oiseau, et pouvait, comme cet organe, s'étendre ou se resserrer à volonté. « La machine, dit M. Pettigrew, avançait, son bord antérieur faiblement élevé, ce qui avait pour effet de présenter sa surface inférieure à l'air sur lequel elle passait, lequel, par sa résistance, agissait sur elle comme un fort vent sur les ailes d'un moulin et empêchait la descente de la machine. La suspension dépendait donc de la vitesse avec laquelle elle voyageait à travers l'air et de l'angle suivant lequel sa surface inférieure rencontrait l'air en avant. »

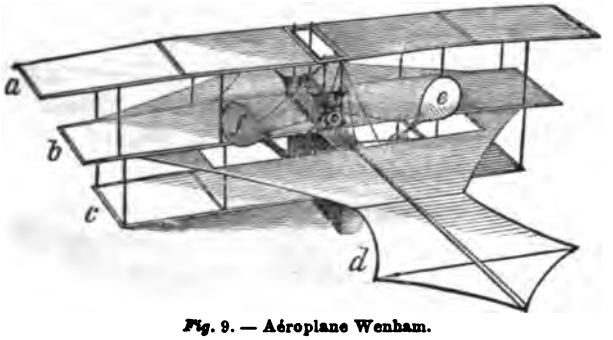

Fig. 9. — Aéroplane Wenham.

Une machine construite d'après un principe analogue est celle de Wenham (*fig.* 9), caractérisée par une superposition de plans destinés

à augmenter le support fourni, tout en diminuant l'espace occupé horizontalement par les plans.

La figure 8 donne une idée de l'arrangement : *a b c* représentent les plans superposés, *d* la queue, et *e f* les hélices propulsives verticales.

Une autre machine volante, reposant sur le principe des plans inclinés, est celle imaginée par M. de la Landelle, qui présente, quant à l'aspect, le type du navire aérien (*fig.* 10). La suspension est obtenue à l'aide des plans inclinés latéraux combinés avec le mouvement d'une hélice propulsive, ainsi que par un système d'hélices horizontales superposées, *m n o p q r s t*, qui font en quelque sorte fonctions de parachute.

M. Pénaud a appliqué aussi aux aéroplanes, et non sans succès, l'élasticité de torsion du caoutchouc. Son appareil est des plus simples : au milieu d'une tige de bois léger et perpendiculairement, est fixée, en

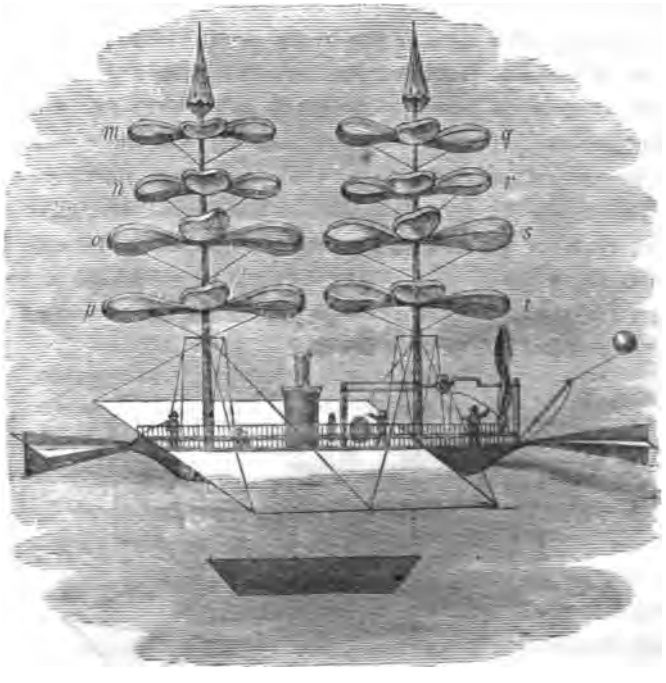

Fig. 10. — **Machine volante de M. de la Landelle.**

croix, une paire d'ailes artificielles; parallèlement à la tige, est une badine de caoutchouc, à l'extrémité de laquelle est attachée une hélice

à deux branches. On détermine la rotation de cette hélice en la tournant avec la main, ce qui a pour effet de tordre le caoutchouc sur lui-même. Dès qu'on l'abandonne, elle se met à se mouvoir rapidement et entraîne l'appareil.

La grande difficulté à résoudre avec les aéroplanes est le maintien de l'équilibre. Qu'un côté de la machine soit trop lourd ou incline trop, le centre de gravité se déplace aussitôt, elle chavire et tombe comme un corps pesant. M. Pénaud a remédié à cet inconvénient à l'aide d'un gouvernail horizontal incliné de quelques degrés au-dessous du plan sustentateur derrière lequel il se trouve.

La construction des *orthoptères* ou oiseaux mécaniques présente de bien plus grandes difficultés encore. Ces machines volantes tendent à réaliser la locomotion aérienne par un mouvement alternatif d'élévation et d'abaissement de plans agissant à la façon des ailes de l'oiseau. Parmi les nombreuses combinaisons mécaniques qu'a engendrées la théorie des ailes artificielles, il faut mentionner celles de Borelli, de M. Marey, bien connu par ses belles expériences sur le vol des insectes et des oiseaux, et de MM. Chabrier et Strauss-Durckheim. Mais ce qui nous intéresse surtout ici, c'est l'aile artificielle ondulée, inventée par M. Pettigrew pour produire le même effet que les ailes de l'oiseau. Par sa grande flexibilité et la propriété qu'elle possède de pouvoir se tordre et se contourner sur elle-même, cette aile vole en toute direction, elle flotte pour ainsi dire sur l'air, se moule sur lui et décrit une trajectoire ondulée comme celle de l'oiseau.

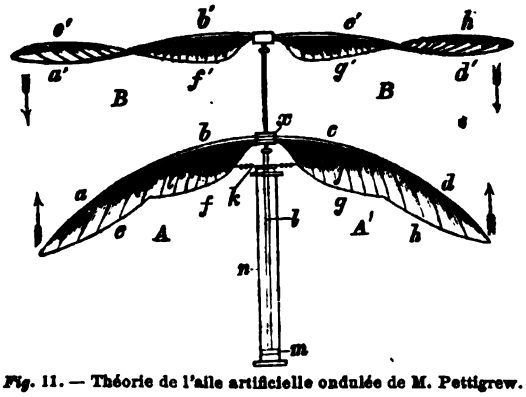

Fig. 11. — Théorie de l'aile artificielle ondulée de M. Pettigrew.

La figure 11 représente deux de ces ailes accouplées par leur base et fixées en x à la tige d'un piston m. Pendant le coup ascendant, l'aile

est très-convexe à sa surface supérieure et présente l'aspect A A′ Elle évite l'air. Pendant le coup descendant, elle saisit l'air et se tord suivant une courbe héliçoïdale *e′ a′ b′ f′ c′ g′ h′ d′*. Comme l'aile de l'oiseau, pendant le coup ascendant, elle entraîne après elle un courant qui, rencontré pendant sa descente, lui communique un pouvoir élévateur et propulseur additionnel.

M. Pettigrew affirme que l'aile ondulée « forme le plus admirable élévateur et propulseur, et que si l'on place bout à bout deux de ces ailes de manière à former une hélice à deux lames semblables à celles employées pour la navigation », on aura réalisé l'hélice flexible, douée de tous les avantages que présentent, sous le rapport de la progression, l'aile de l'oiseau et la queue du poisson, car elle s'applique aussi bien à l'air qu'à l'eau. Ce sont là des affirmations, et il est regrettable que M. Pettigrew n'ait pas fait connaître le résultat de ses expériences, car, en pareille matière, ce sont surtout les faits qui importent.

État de la question. — En résumé, la solution du problème de la navigation aérienne doit-elle se trouver dans une reproduction artificielle, aussi adéquate que possible, des conditions naturelles auxquelles l'oiseau est soumis dans l'air, ou bien faudra-t-il avoir recours à d'autres procédés plus ou moins analogues au ballon? En un mot, est-ce l'aéronautique ou l'aviation qui tranchera la difficulté? Voici ce qu'en pense M. Hervé Mangon :

« Quant à la direction des aérostats, dit ce membre de l'Institut, on peut, dès à présent, regarder le problème comme résolu, sinon en fait, du moins en principe... On peut, en effet, calculer assez exactement la force nécessaire pour donner à un ballon d'un volume connu une vitesse déterminée.

« Les essais si remarquables de M. H. Giffard et ceux plus récents du savant M. Dupuy de Lôme ont établi que l'on peut forcer un ballon à s'écarter d'une manière notable de la direction que le vent tend à lui imprimer. On peut donc atteindre avec nos appareils actuels tous les points compris dans un angle formé par la direction du vent et la direction du ballon. La rentrée d'un ballon dans Paris assiégé, que nous n'avons pas pu réaliser, eût été certainement possible, si, dans ces jours de désastres, on avait eu le temps et les matériaux nécessaires pour construire un appareil dont la science aujourd'hui peut fournir les éléments essentiels.

« Mais si les principes théoriques de la direction des ballons sont assez bien connus dès aujourd'hui, on ne peut se dissimuler que l'exécution d'un appareil de ce genre dans des conditions satisfaisantes pour la pratique, présente encore de très-grandes difficultés... »

« Suivant moi, dit d'autre part M. Pénaud, archiviste de la Société française de navigation aérienne, on fera, lorsqu'on le voudra, des ballons dirigeables, utilisables, en leur donnant un volume supérieur à 100,000 mètres cubes, une forme en fuseau, un moteur thermique et des hélices. Ces ballons pourront se mouvoir avec une vitesse propre de 12 à 15 mètres par seconde. Ils seront capables, par conséquent, de se diriger en tous sens, sauf le cas où le vent aurait une vitesse égale, cas assez rare pour les couches inférieures de l'atmosphère dans lesquelles ces grands navigateurs auront donc le plus sérieux intérêt à se maintenir ; remarquons d'ailleurs que, par les vents contraires trop violents, ils en seront quittes pour attendre à l'ancre la fin de la tourmente...

« Les ballons dirigeables doivent être énormes : pour eux, le volume c'est la puissance, la surface c'est l'obstacle. C'est le contraire pour l'appareil d'aviation : pour lui, la surface c'est le point d'appui, le volume c'est la force qui l'attire vers le sol. Aussi il est à craindre, à mon sens, que les appareils d'aviation, autrement dit de vol mécanique, ne puissent atteindre d'ici longtemps à des dimensions suffisantes pour être utiles. Il ne faudrait pas cependant délaisser mal à propos une question aussi intéressante. Si la suspension, le départ et surtout l'atterrissage sont hérissés de difficultés pour de grands appareils d'aviation, par contre leur translation dans l'air sera facile, et ils atteindront aisément une vitesse de 40 mètres par seconde, plus de deux fois celle que pourront avoir les ballons. Ou bien ils n'auront pas la force de se soutenir, ou bien s'ils l'ont, même tout juste, leur vitesse sera au moins double de celle des trains express, et ils se joueront des vents contraires. Aussi, beaucoup de chercheurs, tout en croyant le résultat final plus ou moins éloigné, s'efforcent d'élucider les conditions et les formes générales des appareils volants, les questions d'appui sur l'air, de propulsion, d'équilibre, de moteurs légers, etc., qui, toutes, peuvent être étudiées dès maintenant. »

Quant à nous, la grande difficulté de l'aviation nous semble être de fabriquer un appareil assez puissant et où les poids soient assez bien équilibrés pour produire à la fois les forces d'élévation, de suspension

et de progression nécessaires pour résister à la pesanteur. Quel est le mécanicien qui pourrait garantir d'une manière absolue que sa machine à vapeur fonctionnera, dans un temps donné, sans le moindre dérangement, sans la plus petite avarie? Si perfectionnée que soit l'industrie humaine, elle n'est pas infaillible et ne peut répondre avec certitude de ses œuvres. Qu'on s'imagine alors ce qui arriverait à l'aéronaute qui parviendrait à se soutenir dans les airs par le seul fonctionnement d'une machine. Le moindre temps d'arrêt dans le mouvement de l'hélice entraînerait sa chute, serait sa mort certaine.

Le ballon donne bien la force d'élévation et de suspension, mais les adeptes de la théorie du plus lourd que l'air objectent qu'il est sans moyens de prise sur l'air, à la merci des mouvements de l'atmosphère. Ils ajoutent que s'il n'a pas un poids capable, en vertu de la pesanteur, d'opposer une certaine résistance à la force qui tend à l'entraîner, il voguera, il planera, banal, esclave, mais ne pourra pas se diriger.

M. Pettigrew peut être dans le vrai, au point de vue théorique, lorsqu'il dit que l'invention des ballons a été mauvaise pour la solution du vol artificiel, basé sur l'imitation du mécanisme anatomique de l'oiseau. Il est certain, en effet, qu'il n'y a rien qui ressemble moins que le ballon avec ses hélices propulsives au système alaire des êtres volants. Mais l'homme peut-il toujours copier directement la nature, et, pour ce qui nous occupe, ne semble-t-il pas impossible d'exécuter une machine volante aussi délicate et en même temps aussi puissante que l'oiseau? Lorsqu'il ne peut résoudre une difficulté en l'abordant de front, l'homme a recours à des moyens détournés. C'est ainsi qu'il a eu l'idée d'employer le ballon comme élément de la machine volante, et, grâce à cette ingénieuse combinaison, il a résolu, à notre avis, le point sinon le plus difficile, du moins le plus important : la suspension aérienne.

Dans cet ordre d'idées, il en est, et leur opinion, pour paraître bizarre, n'est peut-être pas absolument dépourvue de sens, qui se sont demandé pourquoi on n'utiliserait pas la force de traction de certains oiseaux puissants en les attelant à des aérostats de petites dimensions. On aurait alors des attelages aériens d'albatros ou de condors domestiques que l'on guiderait dans les airs comme on dirige une voiture sur le sol. Les partisans de ce système font observer qu'avant d'en venir aux chemins de fer, la locomotion terrestre a eu longtemps recours uniquement au cheval, cet auxiliaire dévoué de l'homme. Pourquoi n'en

serait-il pas de même pour certaines espèces d'oiseaux doués d'une force considérable et qui ne sont pas plus réfractaires à la domestication que le cheval sauvage des pampas ? L'application de ce moyen ne mènerait sans doute pas à une solution directe et automatique de la progression aérienne, mais il pourrait servir d'utile transition et surtout mettre les aéronautes dans de meilleures conditions pour bien étudier le milieu dont ils méditent la conquête. Notre faiblesse est si grande, nos facultés sont si bornées, que nous atteignons rarement du premier coup le but que nous nous proposons et que nous sommes obligés de ruser avec la nature. Nous sommes voués au labeur opiniâtre et aux tâtonnements incessants. L'homme, à vrai dire, ne crée rien. Dans toutes ses inventions, dans celles même qui semblent les plus originales, il ne fait qu'appliquer les lois que lui révèle l'observation de la nature. Constatant les rapports des phénomènes naturels, il s'efforce, par une sorte de copie, d'imitation indirecte, d'établir dans ses productions les mêmes rapports. Tel est le sens et telle est la limite qu'il faut assigner aux productions humaines.

Les nombreuses inventions qu'a enregistrées la science ont demandé pour se réaliser un temps considérable. C'est par une course à travers les siècles qu'on peut suivre le lien logique qui les rattache les unes aux autres. Le caractère du progrès, en effet, est de n'être ni spontané, ni isolé dans le temps, mais bien d'être le produit lent des idées fécondes des âges écoulés, car il y a filiation dans les idées comme dans les êtres.

Si étonnantes que soient les conquêtes faites jusqu'ici par le génie humain, si riche que soit le trésor de découvertes entassées dans les siècles passés, il est permis de dire que l'avenir nous réserve, à cet égard, des merveilles plus étonnantes encore. Peut-être l'aviation sera-t-elle du nombre? De même que la pierre qui gravite vers la terre, le progrès semble obéir à un mouvement accéléré, et les causes qui concourent à cette accélération sont d'abord le grand avantage, la grande force de réalisation que nous trouvons dans l'accumulation des efforts antérieurs que nous nous assimilons, ensuite le génie de notre temps de plus en plus porté vers l'étude des sciences positives, et enfin la conséquence même de cette disposition des intelligences, qui a pour effet de rendre plus fréquentes, presque journalières, les découvertes scientifiques. Le progrès naît du progrès.

Aussi, lorsqu'une idée point à l'horizon de l'humanité, si imperceptible

tible que soit la faible lueur de vérité qu'elle renferme, si incapable qu'elle paraisse d'éclairer jamais le monde d'une lumière nouvelle, le devoir du véritable savant est de l'accueillir avec bienveillance, de lui préparer les voies de l'avenir en dissipant les obstacles que l'ignorance et les préjugés opposent à son développement. La nature ne nous montre-t-elle pas que tout ici-bas est soumis à d'humbles commencements? L'homme est d'abord enfant, l'arbre arbuste, le fleuve ruisseau, le soleil nébuleuse.

La science aéronautique n'existe encore qu'à l'état de germe. La théorie seule est créée. Aux savants à féconder ce germe, aux hommes d'étude à tirer de cette théorie les conclusions pratiques qui doivent être le but et la fin de toute science digne de ce nom.

Nancy. — Imp. Berger-Levrault et Cie.

LIBRAIRIE BERGER-LEVRAULT & CIE

à Paris, rue des Beaux-Arts, 5, et à Nancy.

Les dernières Expéditions au Pôle Nord (1871-1874), par M. A. Roussin, sous-commissaire de la marine. — Brochure grand in-8°, avec une carte. Prix : 1 fr. 50

La Marine et l'Observation du Passage de Vénus sur le soleil. (9 décembre 1874.) Prix : 2 fr.

L'Eucalyptus globulus, par M. Leingre. — Brochure in-8°, avec une vignette. Prix : 1 fr. 50

La Pêche du corail sur les côtes de l'Algérie, par M. Cavelier de Cuverville, capitaine de frégate. — Brochure grand in-8°. Prix 3 fr. 50

Étude sur les Dynamites, par M. C. Chauvin, lieutenant de vaisseau. — Brochure grand in-8°. Prix : 2 fr.

Théorie rationnelle des Ouragans, par M. Ansart, capitaine de frégate — Brochure grand in-8° avec 34 figures dans le texte Prix : 3 fr.

Notice sur la situation de l'ostréiculture en 1875, précédée d'un rapport adressé au Ministre de la marine et des colonies par M. de Bon, commissaire général, directeur des services administratifs au Ministère de la marine et des colonies. — Brochure grand in-8°. Prix : 2 fr.

Note sur l'isolement des conducteurs électriques (procédés d'essais), par le Dr A. Foucaut, médecin de 1re classe de la marine. — Brochure grand in-8°. Prix : 1 fr.

De la Dynamométrie et de la Spirométrie appliquées au recrutement des équipages, par le Dr H. Rey, médecin de 1re classe de la marine, secrétaire du Conseil supérieur de santé. — Brochure grand in-8°. Prix : 1 fr.

Un nouveau Droit maritime international, par Th. Aube, capitaine de vaisseau. — Brochure grand in-8°. Prix : 1 fr. 50

Du Commerce et des Progrès de la puissance commerciale de l'Angleterre et de la France, au point de vue de l'histoire, de la législation et de la statistique, d'après les sources et données officielles, avec une introduction comprenant un aperçu de l'histoire générale du commerce jusqu'à nos jours. par Ch. Vogel, attaché à la direction du commerce extérieur. — 2 forts volumes grand in-8° raisin, avec de nombreux tableaux. Prix : 20 fr.

L'Empire des Tsars, au point actuel de la science, par J. H. Schnitzler, auteur de l'*Histoire intime* et de la *Statistique de la Russie*, ancien directeur de l'*Encyclopédie des gens du monde*, membre de plusieurs académies et sociétés savantes, chevalier de la Légion d'honneur, de l'ordre de Sainte-Anne, de 2e classe (en diamants), etc. — 5 forts volumes in-8° :

Tome Ier. — Le Territoire, tableau naturel. Prix : 8 fr.
Tome II. — La Population. Prix : 8 fr.
Tome III. — L'État et l'Église. Prix : 8 fr.
Tome IV. — Les Intérêts matériels et privés (agriculture, industrie, commerce). Prix : 9 fr.
Tome V. — Topographie générale (description de toutes les localités par gouvernements et provinces). — *En préparation.*

La France et l'Étranger. Etudes de statistique comparée, par M. A. Legoyt, secrétaire perpétuel de la Société de statistique de Paris. — 2 volumes grand in-8°. Prix : 24 fr.

Dictionnaire pour la correspondance télégraphique secrète, précédé d'instructions détaillées et suivi de la convention télégraphique internationale conclue à Rome le 14 janvier 1872, par un secrétaire de légation, 3e édition, revue et corrigée. — In-18, relié en percaline gaufrée, tranche rouge, avec 2 feuillets de peau d'âne. Prix : 7 fr. 50

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT & Cie.

LIBRARY OF CONGRESS
0 013 514 204 9